

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(18) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-284177

(P2000-284177A)

(43) 公開日 平成12年10月13日 (2000.10.13)

|                            |      |               |           |
|----------------------------|------|---------------|-----------|
| (51) Int. Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | ナコード (参考) |
| G 0 2 B 15/20              |      | G 0 2 B 15/20 | 2 H 0 8 7 |
| 13/18                      |      | 13/18         |           |

特許請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

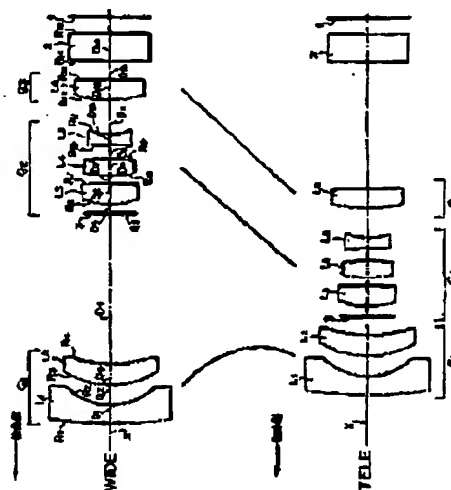
|                                 |   |
|---------------------------------|---|
| (21) 出願番号 特願平11-90762           | (71) 出願人 000005430<br>富士写真光機株式会社<br>埼玉県大宮市緑竹町1丁目324番地   |
| (22) 出願日 平成11年3月31日 (1999.3.31) | (72) 発明者 田中 剛<br>埼玉県大宮市緑竹町1丁目324番地 富士<br>写真光機株式会社内  |
|                                 | (74) 代理人 100037984<br>弁理士 川野 宏  |
|                                 | Fターム (参考) 2H087 KA03 HA14 PA06 PA17 PB06<br>QA02 QA06 QA07 QA17 QA21<br>QA25 QA22 QA34 QA42 QA45<br>RA03 RA12 RA13 RA36 RA43<br>SA14 SA16 SA19 SA62 SA63<br>SB04 SB03 SB14 SB22 |

(54) 【発明の名称】 3群ズームレンズ

(57) 【要約】

【目的】 撮像面からの射出位置を適切に設定しつつ、リアフォーカス方式を採用し、さらに所定のレンズ形状、所定の条件式を満足することで、2.5倍以上の変倍比を有し、フォーカシングの高速化および小型化を図り、高解像力を発揮し得る蓄収差が良好な3群ズームレンズを得る。

【構成】 物体側から順に、負、正、正の3つのレンズ群G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>が配列され、広角から望遠に向かって変倍する際には、レンズ群G<sub>1</sub>をレンズ群G<sub>2</sub>に相対的に近づくよう移動させ、レンズ群G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>を物体側に移動させ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、レンズ群G<sub>3</sub>を物体側に移動させ、また、レンズ群G<sub>1</sub>を負レンズと正レンズの2枚で構成する。さらに、レンズ群G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>は共に少なくとも1つの非球面を有し、無限遠合焦時においては、レンズ群G<sub>2</sub>とレンズ群G<sub>3</sub>の間隔は変倍範囲中に亘りほぼ一定となるように構成され、さらに4つの所定の条件式を満足する。



特開2000-284177

(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群が配列されるとともに、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、

広角から望遠に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群を前記第2レンズ群に相対的に近づくよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を物体側に移動させ、

無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させる3群ズームレンズにおいて、

前記第1レンズ群は負レンズと正レンズの2枚で構成されるときに、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は共に少なくとも1つの非球面を有し、

無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は変倍範囲中に亘りほぼ一定となるように構成され、

さらに下記の条件式(1)から(4)を満足することを特徴とする3群ズームレンズ、

$$0.3 < f_1 / |f_2| < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.1 < f_1 / |f_3| < 1.6 \quad \dots (2)$$

$$0.5 < f_2 / f_3 < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.15 < D_2 / f_3 < 0.25 \quad \dots (4)$$

ただし、

$f_1$  は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$  は広角端における全系の焦点距離、 $f_3$  は望遠端における全系の焦点距離、 $D_2$  は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群の最も像側の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの間隔である、

【請求項2】 前記第1レンズ群は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメネスカスレンズ、物体側に凸面を向けた正のメネスカスレンズの2枚で構成され、前記第2レンズ群は物体側から順に、物体側に強い曲率の凸面を向けた正レンズ、正レンズおよび像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズの3枚で構成され、前記第3レンズ群は物体側に強い曲率の凸面を向けた1枚の正レンズで構成され、

前記第1レンズ群の前記負のメネスカスレンズおよび前記第2レンズ群の2つの正レンズはそれぞれ少なくとも1つの非球面を有するように構成され、

前記絞りが、前記第2レンズ群の最も物体側に配設され、

さらに、下記条件式(5)から(7)を満足することを特徴とする請求項1記載の3群ズームレンズ、

$$N_1 > 1.68 \quad \dots (5)$$

$$\nu_1 - \nu_2 > 11 \quad \dots (6)$$

$$3 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 10 \quad \dots (7)$$

ただし、

2

$N_1$  は第1レンズ群内の負レンズの屈折率、 $\nu_1$  は第1レンズ群内の負レンズのアベ数、 $\nu_2$  は第1レンズ群内の正レンズのアベ数、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ第1レンズ群内の正メネスカスレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である、

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は3群ズームレンズ、特にデジタルカメラやビデオカメラに用いられる、固体撮像素子を有する3群ズームレンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、各種カメラのズームレンズとして3群ズームレンズが知られている。この3群ズームレンズはコンパクト化を図り、かつ収差補正を良好にするという観点から広く用いられている。

【0003】 そして、近年急速に普及しつつあるデジタルカメラやビデオカメラにおいては、一舷のカメラに用いられるものと同様にレンズの小型化、高画質化、低ディストーション化等が望まれる一方で、CCD等の固体撮像素子を用いたことによる特有の条件を満足させる必要がある。

【0004】 ところで、デジタルカメラやビデオカメラにおいては、オートフォーカスが主流となっており、フォーカシングの高速化が望まれている。そのため、ズームレンズのフォーカシング方式としては、レンズ重畳を軽くでき、なおかつカメラ本体側にレンズが近く駆動操作が容易な、インナーフォーカス式やリアフォーカス式が頻りに使用されており、レンズ群数としては2群構成とするよりも3群構成とすることが望ましく、本願発明者は、このような種々の問題に対処し得る、3群ズームレンズを既に開示している(特開平10-293253号公報)。

【0005】 この公報記載のものの最大の特徴は、撮像面からの射出瞳位置を充分に遠くすることにある。従来、CCD等の固体撮像素子は、写真用のフィルムとは異なり、撮像面に対し垂直に近い角度で入射させないと効率良く受光することができなかった。したがって、CCD撮像面上に被写体像を結像するための光学系の条件としては、撮像面上のどの像高位置に対しても主光線がほぼ垂直に入射すること、つまり撮像面からの射出瞳位置を充分に遠くする必要があった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、近年、光学系の小型化を促進するため、射出瞳が、撮像面の物体側方向の有限距離に位置するときに最も効率良く受光することができるようなCCDが開発され、その結像最大像高の5倍程度の射出瞳位置まで良好に受光可能となっている。

【0007】 そのようなCCDにおいては、射出瞳位置が遠くなるとむしろ受光効率が悪くなってしまい、上記

(3)

特開2000-284177

3

公報に記載されているように第3レンズ群が変倍時にはほとんど移動しない構成のものにおいては、逆にその点で不利となってしまふ。

【0008】一方、従来の3群構成リアフォーカス式の他のズームレンズとしては、特開昭59-31922号公報に記載されたものが知られている。このズームレンズは望遠端合焦時において、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を一定に保ちながら変倍が行われるため、広角端において撮像面からの射出位置が近くなり過ぎることが多く、一定の間隔を保とうとすると、望遠端の無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなり、小型化の要求を満足することが困難となる。

【0009】さらに、電子スチルカメラ等を使用されるCCDは、その感度係数の飛躍的な増大がなされ、今日では200万を超えるものも次々と開発され、今後もさらに増加していく傾向にある。そのため、電子スチルカメラ等に用いられる撮像レンズには、ますます高い解像力が要求されている。

【0010】本発明はこのような事情に鑑みられたもので、2.5倍以上の変倍比を有し、フォーカシングの高速化を図ることが可能であり、前玉から撮像面までの全長が最大撮像サイズ（＝最大像高×2）の8倍以下と小型でありながら、充分な高解像力を発揮し得る撮収差が良好な3群ズームレンズを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の3群ズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群が配列されるとともに、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、広角から望遠に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群を前記第2レンズ群に相対的に近づきよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を物体側に移動させ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させる3群ズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は負レンズと正レンズの2枚で構成されるとともに、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は共に少なくとも1つの非球面を有し、無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は変倍範囲中に亘りほぼ一定となるように構成され、さらに下記条件式（1）から（4）を満足することを特徴とするものである。

$$0.3 < f_1 / f_2 \quad (1)$$

$$1.1 < f_1 / f_3 \quad (2)$$

$$0.5 < f_1 / f_4 \quad (3)$$

$$0.15 < D_{12} / f_2 \quad (4)$$

ただし、 $f_1$  は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$  は広角端における全系の焦点距離、 $f_3$  は望遠端における全系の

4

焦点距離、 $D_{12}$  は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群の最も像側の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの間隔である。

【0012】また、上記3群ズームレンズの具体的な構成としては、例えば、前記第1レンズ群は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズ、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズの2枚で構成され、前記第2レンズ群は物体側から順に、物体側に強い曲率の凸面を向けた正レンズ、正レンズおよび像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズの3枚で構成され、前記第3レンズ群は物体側に強い曲率の凸面を向けた1枚の正レンズで構成され、前記第1レンズ群の前記負のメニスカスレンズおよび前記第2レンズ群の2つの正レンズは各々が少なくとも1つの非球面を有するように構成され、前記絞りが、前記第2レンズ群の最も物体側に配設され、さらに、下記条件式（5）から（7）を満足する構成とする。

$$N_1 > 1.68 \quad (5)$$

$$v_1 - v_2 > 11 \quad (6)$$

$$3 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 10 \quad (7)$$

ただし、 $N_1$  は第1レンズ群内の負レンズの屈折率、 $v_1$  は第1レンズ群内の負レンズのアベ数、 $v_2$  は第1レンズ群内の正レンズのアベ数、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ第1レンズ群内の正メニスカスレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0013】

【作用】本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を変倍範囲中に亘りほぼ一定としているので、撮像面からの射出位置を適切に設定しつつ、リアフォーカス方式の採用が可能になる。

【0014】また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに第1レンズ群と第2レンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら撮収差を良好に補正することができる。なお、本発明のズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、機械的に複雑な機構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

【0015】次に、上記条件式（1）および（2）は、それぞれ広角端および望遠端における、第2レンズ群と第3レンズ群の合成レンズ群の結像倍率を表す式で、適切な変倍比を確保しつつ、小型化と撮収差の補正をバランス良く実現するためのものである。すなわち、上記条件式（1）の下限を越えると、広角端における光学系の全長が長くなり、小型化が実現できなくなる。また同時に、広角端におけるバックフォーカスが短くなり、第3レンズ群と撮像面の間にローパスフィルタ等を挿入するスペースが確保できなくなる。一方、上記条件式（1）の上限を越えると、第1レンズ群の屈折力が過大とな

(3)

特開2000-284177

3

公報に記載されているように第3レンズ群が変倍時にほとんど移動しない構成のものにおいては、逆にその点で不利となってしまう。

【0008】一方、従来の3群構成リアフォーカス式の他のズームレンズとしては、特開昭59-31922号公報に記載されたものが知られている。このズームレンズは至近距離合焦時において、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を一定に保ちながら変倍が行われるため、広角端において撮像面からの射出位置が近くなり過ぎることが多く、一定の距離を保とうとすると、望遠端の無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなり、小型化の要求を満たすことが困難となる。

【0009】さらに、電子スチルカメラ等に使用されるCCDは、その総画素数の飛躍的な増大化がなされ、今日では200万を越えるものも次々と開発され、今後もさらに増加していく傾向にある。そのため、電子スチルカメラ等に用いられる撮像レンズには、ますます高い解像力が要求されている。

【0010】本発明はこのような事情に鑑みなされたもので、2.5倍以上の変倍比を有し、フォーカシングの高速化を図ることが可能であり、前玉から撮像面までの全長が最大撮像サイズ（＝最大像高×2）の8倍以下と小型でありながら、充分な高解像力を発揮し得る撮収装置が良好な3群ズームレンズを提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の3群ズームレンズは、物体側から順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群および正の屈折力を有する第3レンズ群が配列されるとともに、前記第2レンズ群内には光量を調節する絞りが配設され、広角から望遠に向かって変倍する際には、前記第1レンズ群を前記第2レンズ群に相対的に近づくよう移動させるとともに、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群を物体側に移動させ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群を物体側に移動させる3群ズームレンズにおいて、前記第1レンズ群は負レンズと正レンズの2枚で構成されるときともに、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群は共に少なくとも1つの非球面を有し、無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔は変倍期間中に亘りほぼ一定となるように構成され、さらに下記の条件式（1）から（4）を満たすことを特徴とするものである。

$$0.3 < f_1 / |f_2| < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.1 < f_1 / |f_3| < 1.6 \quad \dots (2)$$

$$0.5 < f_2 / f_3 < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.15 < D_2 \cdot \nu / f_2 < 0.25 \quad \dots (4)$$

ただし、 $f_1$  は第1レンズ群の焦点距離、 $f_2$  は広角端における全系の焦点距離、 $f_3$  は望遠端における全系の

4

焦点距離、 $D_2$  は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群の最も像側の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの間隔である。

【0012】また、上記3群ズームレンズの具体的な構成としては、例えば、前記第1レンズ群は側面側から順に、像側に凹面を向けた負のメネスカスレンズ、物体側に凸面を向けた正のメネスカスレンズの2枚で構成され、前記第2レンズ群は物体側から順に、物体側に強い曲率の凸面を向けた正レンズ、正レンズおよび像側に強い曲率の凹面を向けた負レンズの3枚で構成され、前記第3レンズ群は物体側に強い曲率の凸面を向けた1枚の正レンズで構成され、前記第1レンズ群の前記負のメネスカスレンズおよび前記第2レンズ群の2つの正レンズは互いが少なくとも1つの非球面を有するように構成され、前記絞りが、前記第2レンズ群の最も物体側に配設され、さらに、下記条件式（5）から（7）を満たす構成とする。

$$N_1 > 1.68 \quad \dots (5)$$

$$\nu_1 - \nu_2 > 11 \quad \dots (6)$$

$$3 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 10 \quad \dots (7)$$

ただし、 $N_1$  は第1レンズ群内の負レンズの屈折率、 $\nu_1$  は第1レンズ群内の負レンズのアッベ数、 $\nu_2$  は第1レンズ群内の正レンズのアッベ数、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ第1レンズ群内の正メネスカスレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0013】

【作用】本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を変倍期間中に亘りほぼ一定としているので、撮像面からの射出位置を適切に設定しつつ、リアフォーカス方式の採用が可能になる。

【0014】また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに第1レンズ群と第2レンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら撮収差を良好に補正することができる。なお、本発明のズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、機械的に絞り機構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

【0015】次に、上記条件式（1）および（2）は、それぞれ広角端および望遠端における、第2レンズ群と第3レンズ群の合成レンズ群の倍率を表す式で、適切な変倍比を確保しつつ、小型化と撮収差の補正をバランスよく実現するためのものである。すなわち、上記条件式（1）の下限を越えると、広角端における光学系の全長が長くなり、小型化が実現できなくなる。また同時に、広角端におけるバックフォーカスが短くなり、第3レンズ群と撮像面の間にローパスフィルタ等を挿入するスペースが確保できなくなる。一方、上記条件式（1）の上限を越えると、第1レンズ群の屈折力が過大とな

(4)

特開2000-284177

5

り、第1レンズ群を2枚で構成することが困難になる。

【0016】また、条件式(2)の下限を超えると、2.5倍以上の変倍比を保つためには第1レンズ群の変倍時の移動量が長くなり過ぎ、小型化が実現できなくなる。一方、上記条件式(2)の上限を超えると、第1レンズ群のいわゆるガタ倍率が大きくなり、光学系の組立精度を維持することが困難となる。

【0017】また、上記条件式(3)は、第2レンズ群と第3レンズ群の屈折力を適切に配分するためのものである。上記条件式(3)の下限を超えると、第3レンズ群の屈折力が過小となるためにフォーカシングの移動量が長くなり過ぎ、その結果フォーカシングによる周辺像面の変動が大きくなってしまふ。一方、上記条件式(3)の上限を超えると、第3レンズ群の屈折力が過大となり、1枚構成にすることが困難になる。

【0018】また、上記条件式(4)は、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を規定するためのものである。上記条件式(4)の下限を超えると、フォーカシングの移動スペースが確保できなくなるため、望遠端における合焦可能な近距離が長くなってしまふ。また、像面からの射出位置も十分に確保できなくなる。一方、条件式(4)の上限を超えると、像面からの射出位置を確保しやすくなるが、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなるとともに、第3レンズ群各レンズのレンズ径も大きくなるため、小型化に不利となってしまふ。

【0019】また、上記条件式(5)は、第1レンズ群内の負レンズの屈折率を規定するためのものである。上記条件式(5)の下限を超えると、上記負レンズの曲率が負の方向に強くなるため、たとえ非球面を使用しても広角端における非点収差や歪曲収差を補正するのが難しくなる。

【0020】また、上記条件式(6)は、第1レンズ群内の負レンズと正レンズのアッペ数の差を規定するためのものである。上記条件式(6)の下限を超えると、広角端における倍率色収差や、変倍端における軸上色収差の変動を十分に抑えることが困難になる。

【0021】さらに、上記条件式(7)は、第1レンズ群内の正メニスカスレンズのいわゆるシェイプファクターを規定するためのものである。条件式(7)の下限および上限のどちらを超えても、広角端における非点収差を補正できなくなり、その結果第1レンズ群を2枚のレンズで構成することが困難になる。

【0022】

【発明の実施の形態】<実施例1>以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。

【0023】図1は、実施例1の3群ズームレンズの広角端(WIDE)および望遠端(TELE)におけるレンズ構成図を示すものである。

【0024】また、図1中に、広角端から望遠端に進む

5

間の各レンズ群G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>の移動軌跡が示されている。

【0025】実施例1の3群ズームレンズは図1に示すように、物体側より順に、全体として負の屈折力を有する第1レンズ群G<sub>1</sub>と、正の屈折力を有する第2レンズ群G<sub>2</sub>と、正の屈折力を有する第3レンズ群G<sub>3</sub>とからなり、ズーミングのために第1レンズ群G<sub>1</sub>および第2レンズ群G<sub>2</sub>は可動とされ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群G<sub>3</sub>を物体側に移動させるように構成され、これら3つのレンズ群G<sub>1</sub>、G<sub>2</sub>、G<sub>3</sub>を光軸Xに沿って移動することにより全系の焦点距離fを変化させるとともに光量を像面1上に効率良く集束させるようにしたズームレンズである。

【0026】さらに、本実施例のズームレンズにおいては、第1レンズ群G<sub>1</sub>は物体側から順に、像側に凹面を向けた負のメニスカスレンズからなる第1レンズL<sub>1</sub>および物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第2レンズL<sub>2</sub>を配設してなり、また、第2レンズ群G<sub>2</sub>は物体側から順に、絞り2、物体側に強い曲率の面を向けた同凸レンズからなる第3レンズL<sub>3</sub>、物体側に強い曲率の面を向けた同凸レンズからなる第4レンズL<sub>4</sub>、像側に強い曲率の面を向けた同凹レンズからなる第5レンズL<sub>5</sub>を配設してなり、また、第3レンズ群G<sub>3</sub>は物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第6レンズL<sub>6</sub>により構成されている。

【0027】また、第6レンズL<sub>6</sub>と像面(CCD像面)1の間にはローパスフィルタや赤外線カットフィルタを含むフィルタ部2が配されている。

【0028】また、以下の条件式(1)~(7)を満足する構成とされている。

【0029】なお、図1のレンズ移動軌跡に示すように、無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群G<sub>2</sub>と前記第3レンズ群G<sub>3</sub>の間隔は変倍期間中にほぼ一定となるように構成されている。

【0030】

$$0.3 < f_1 / |f_2| < 0.6 \quad \dots (1)$$

$$1.1 < f_1 / |f_3| < 1.6 \quad \dots (2)$$

$$0.5 < f_2 / f_3 < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$0.15 < D_{2v} / f_3 < 0.25 \quad \dots (4)$$

$$N_{11} > 1.65 \quad \dots (5)$$

$$\nu_1 - \nu_{11} > 11 \quad \dots (6)$$

$$3 < (R_2 + R_3) / (R_4 - R_5) < 10 \quad \dots (7)$$

ただし、f<sub>1</sub>は第1レンズ群G<sub>1</sub>の焦点距離、f<sub>2</sub>は広角端における全系の焦点距離、f<sub>3</sub>は望遠端における全系の焦点距離、D<sub>2v</sub>は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群G<sub>2</sub>の最も像側の面から第3レンズ群G<sub>3</sub>の最も物体側の面までの間隔、N<sub>11</sub>は第1レンズ群G<sub>1</sub>内の負レンズの屈折率、ν<sub>1</sub>は第1レンズ群G<sub>1</sub>内の負レンズのアッペ数、ν<sub>11</sub>は第1レンズ群G<sub>1</sub>内の

(5)

特開2000-284177

7

8

正レンズのアップ数、 $R_1$  および  $R_2$  はそれぞれ第1レンズ群G、内の正メネスカスレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0031】次に、この実施例1にかかるズームレンズの各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔(以下、これらを総称して軸上面間隔という)D (mm)、各レンズのd径における、屈折率Nおよびアップ数 $\nu$ の値を表1に示す。

\*【0032】なお表中の数字は物体側からの順番を表すものである(表4において同じ)。

【0033】また、表2に表1中の軸上面間隔Dの欄における広角端( $f=7.05\text{mm}$ )から望遠端( $f=19.74\text{mm}$ )に至る可変1、可変2および可変3の可変範囲を示す。

【0034】

【表1】

| 面  | R        | D    | N       | $\nu$ |
|----|----------|------|---------|-------|
| 1  | 67.160   | 1.94 | 1.80610 | 40.7  |
| 2  | 5.998    | 2.17 |         |       |
| 3  | 8.078    | 2.26 | 1.84605 | 23.8  |
| 4  | 12.316   | 可変1  |         |       |
| 5  | 絞り       | 1.02 |         |       |
| 6  | 7.388    | 2.20 | 1.59380 | 61.4  |
| 7  | -40.541  | 0.84 |         |       |
| 8  | 13.712   | 1.87 | 1.59350 | 61.4  |
| 9  | -19.837  | 1.35 |         |       |
| 10 | -60.842  | 1.10 | 1.84665 | 23.8  |
| 11 | 5.191    | 可変2  |         |       |
| 12 | 11.664   | 2.07 | 1.69894 | 30.1  |
| 13 | 202.088  | 可変3  |         |       |
| 14 | $\infty$ | 3.00 | 1.51680 | 64.2  |
| 16 | $\infty$ |      |         |       |

$$f=7.05\sim 19.74, F_{No}=3.51\sim 5.62, 2\omega=62.9\sim 23.2^\circ$$

【0035】

※30%【表2】

|     | 無限遠   |       | 至近距離  |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|
|     | WIDE  | TELE  | WIDE  | TELE  |
| 可変1 | 16.19 | 2.09  | 16.19 | 2.09  |
| 可変2 | 3.69  | 3.69  | 3.32  | 1.62  |
| 可変3 | 2.00  | 12.98 | 2.37  | 15.06 |

【0036】なお、表1の下段には広角端および望遠端各位置での、焦点距離F、 $F_{No}$ および画角 $2\omega$ の値が示されている。

【0037】また、表2(表4において同じ)において「至近距離」とは面1の頂点から0.2%の位置を表す。

【0038】また、本実施例においては、第1レンズL1、第3レンズL3および第4レンズL4に下記数1の非球面式で表される形状の非球面が設けられている。

【0039】

【数1】

(6)

特開2000-284177

10

## 非球面の定義

$$Z = \frac{h^2/R}{1 + \{1 - (1+K) \times h^2/R^2\}^{1/2}} + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10}$$

Z : 光軸方向への深さ

R : 近軸曲率半径

h : 光軸からの高さ

K : 円錐定数

 $A_4, A_6, A_8, A_{10}$  : 高次の非球面係数【0040】また、下記表3には、上記非球面式に示される非球面の各定数K、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値

【0041】

を示す。なお、上記非球面式におけるRには、表1にお

【表3】

## 非球面係数

| 面 | K        | $A_4$                     | $A_6$                     | $A_8$                     | $A_{10}$                   |
|---|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.09085  | $9.23161 \times 10^{-3}$  | $5.18572 \times 10^{-7}$  | $1.54307 \times 10^{-9}$  | $5.28487 \times 10^{-11}$  |
| 6 | -1.03466 | $1.14157 \times 10^{-4}$  | $-4.40343 \times 10^{-6}$ | $-1.50076 \times 10^{-8}$ | $-9.51419 \times 10^{-14}$ |
| 8 | -0.37537 | $-6.94183 \times 10^{-4}$ | $-1.53468 \times 10^{-6}$ | $-9.71282 \times 10^{-9}$ | $-8.45055 \times 10^{-11}$ |
| 9 | -2.01293 | $-2.18700 \times 10^{-4}$ | $1.29716 \times 10^{-6}$  | $5.46750 \times 10^{-9}$  | $-7.27697 \times 10^{-11}$ |

【0042】図2は上記実施例1のズームレンズの広角端および望遠端における球面収差、非点収差および歪曲収差を示す収差図である。なお、各非点収差図には、サジタル像面およびメリディオナル像面に対する収差が示されている（図3についても同じ）。この図2から明らかなように、実施例1のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

【0043】なお、前述した条件式(1)～(7)は全て満足されており各々の値は下記表7に示す如く設定されている。

【0044】＜実施例2＞次に、実施例2の3群ズームレンズについて説明する。

【0045】この実施例2のレンズは、上記実施例1の

レンズとはほぼ同様のレンズ構成とされているが、第4レンズL4は像側に強い曲率の面を向けた両凸レンズとされ、第6レンズL6は物体側に強い曲率の面を向けた両凸レンズとされている点で異なっている。

【0046】この実施例2における各レンズ面の曲率半径R（mm）、各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔D（mm）、各レンズのd線における屈折率Nおよびアッベ数Vを下記表4に示す。

【0047】また、表5に表4中の軸上面間隔Dの範囲における広角端（ $f=6.91\text{mm}$ ）から望遠端（ $f=17.27\text{mm}$ ）に亘る可変1、可変2および可変3の可変範囲を示す。

【0048】

【表4】



| 11 |          | (7)  |         | 特図2000-284177 |    |
|----|----------|------|---------|---------------|----|
| 面  | R        | D    | N       | V             | 12 |
| 1  | 23.413   | 2.00 | 1.74330 | 49.3          |    |
| 2  | 5.936    | 2.49 |         |               |    |
| 3  | 11.059   | 2.29 | 1.80518 | 25.5          |    |
| 4  | 15.241   | 可変 1 |         |               |    |
| 5  | 絞り       | 1.00 |         |               |    |
| 6  | 5.914    | 1.98 | 1.69350 | 53.2          |    |
| 7  | -51.916  | 0.15 |         |               |    |
| 8  | 33.038   | 2.03 | 1.59390 | 61.4          |    |
| 9  | -13.384  | 0.28 |         |               |    |
| 10 | -21.131  | 0.70 | 1.69994 | 30.1          |    |
| 11 | 4.407    | 可変 2 |         |               |    |
| 12 | 10.013   | 2.12 | 1.51828 | 58.9          |    |
| 13 | -50.945  | 可変 3 |         |               |    |
| 14 | $\infty$ | 3.00 | 1.51680 | 64.2          |    |
| 15 | $\infty$ |      |         |               |    |

$$f=6.91\sim 17.27, F_{No}=3.21\sim 4.59, 2\omega=34.1\sim 26.4^\circ$$

【0049】

\* \* (表5)

|      | 無限遠   |      | 至近距離  |       |
|------|-------|------|-------|-------|
|      | WIDE  | TELE | WIDE  | TELE  |
| 可変 1 | 17.55 | 2.18 | 17.55 | 2.18  |
| 可変 2 | 3.06  | 3.06 | 2.78  | 1.50  |
| 可変 3 | 2.00  | 9.85 | 2.28  | 11.41 |

【0050】なお、表4の下段には広角端および望遠端各位置での、焦点距離 $f$ 、 $F_{No}$ および周角 $2\omega$ の値が示されている。

【0051】また、本実施例のズームレンズは、第1レンズ $L_1$ 、第2レンズ $L_2$ 、第3レンズ $L_3$ および第4レンズ $L_4$ に上記非球面式で表される形状の非球面が設けられている。

※ 【0052】また、下記表6には、上記非球面式に示される非球面の各定数 $K$ 、 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 、 $A_{10}$ の値を示す。なお、上記非球面式における $R$ には、表4における1、3、4、6、8、9の各面の $R$ 値を代入する。

【0053】

【表6】

※

非球面係数

| 面 | K        | $A_4$                     | $A_6$                     | $A_8$                      | $A_{10}$                   |
|---|----------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1 | 0.08012  | $6.58986 \times 10^{-4}$  | $-1.20277 \times 10^{-2}$ | $-1.95387 \times 10^{-6}$  | $1.71622 \times 10^{-10}$  |
| 3 | 2.14424  | $-4.99897 \times 10^{-4}$ | $-2.89848 \times 10^{-6}$ | $1.47534 \times 10^{-4}$   | $5.63755 \times 10^{-11}$  |
| 4 | -1.27487 | $-5.00231 \times 10^{-4}$ | $2.84143 \times 10^{-2}$  | $-3.81961 \times 10^{-4}$  | $-2.40974 \times 10^{-10}$ |
| 6 | -0.64218 | $1.18717 \times 10^{-4}$  | $4.29550 \times 10^{-7}$  | $2.92038 \times 10^{-9}$   | $-9.68526 \times 10^{-11}$ |
| 8 | -0.01455 | $-3.76672 \times 10^{-4}$ | $-2.71478 \times 10^{-2}$ | $-9.73090 \times 10^{-11}$ | $-7.09180 \times 10^{-11}$ |
| 9 | -2.80311 | $1.81626 \times 10^{-4}$  | $-1.04544 \times 10^{-4}$ | $-5.65132 \times 10^{-8}$  | $-1.36020 \times 10^{-10}$ |

【0054】図3は上記実施例2のズームレンズの広角端および望遠端における収差を示す収差図である。この図3から明らかなように、実施例2のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

【0055】なお、前述した条件式(1)～(7)は全て満足されており、各々の値は下記表7に示す如く設定されている。

【0056】

50 【表7】

(8)

特開2000-284177

14

|         | 13<br>実施例 1 | 実施例 2 |
|---------|-------------|-------|
| 条件式 (1) | 0.58        | 0.45  |
| 条件式 (2) | 1.48        | 1.13  |
| 条件式 (3) | 0.69        | 0.92  |
| 条件式 (4) | 0.21        | 0.19  |
| 条件式 (5) | 1.81        | 1.74  |
| 条件式 (6) | 10.0        | 23.8  |
| 条件式 (7) | 4.81        | 6.29  |

【0057】なお、本発明の3群ズームレンズとしては上記実施例のものに限られるものではなく、例えば各レンズ群を構成するレンズの枚数や形状は適宜選択し得る。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を変倍範囲中に置りほぼ一定としているので、撮像面からの射出瞳位置を適切に設定しつつ、リアフォーカス方式の採用が可能になる。

【0059】また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに第1レンズ群と第2レンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら諸収差を良好に矯正することができる。

【0060】さらに、本発明のズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、メカ的に沈黙機\*

\*構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

【0061】さらに、本発明の3群ズームレンズによれば、上述した4つの条件式(1)～(4)を満足している。

【0062】これにより、2.5倍以上の変倍比を確保しつつ、フォーカシングの高速化を図ることが可能であり、画玉から撮像面までの全長が最大撮像サイズ(=最大像高×2)の6倍以下と小型なものとしつつ、充分な高解像力を発揮し得る諸収差が良好な3群ズームレンズを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(実施例1および実施例2)に係るレンズ基本構成を示す概略図

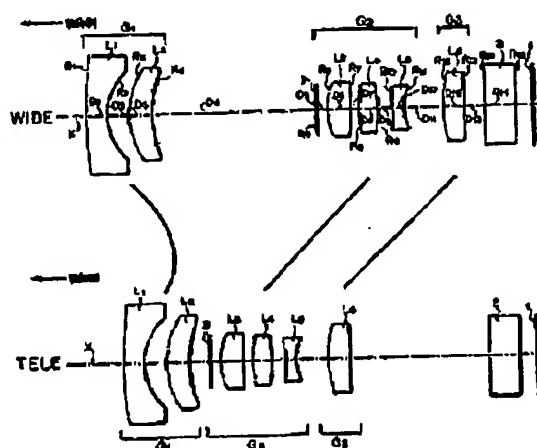
【図2】実施例1に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

【図3】実施例2に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

【符号の説明】

|    |                |              |
|----|----------------|--------------|
| 20 | $L_1 \sim L_n$ | レンズ          |
|    | $R_1 \sim R_m$ | レンズ面の曲率半径    |
|    | $D_1 \sim D_m$ | レンズ面間隔(レンズ厚) |
|    | X              | 光軸           |
|    | 1              | 結像面          |
|    | 3              | 絞り           |

【図1】

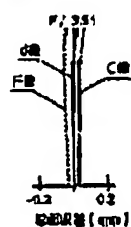


(9)

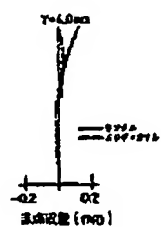
特開2000-284177

【図2】

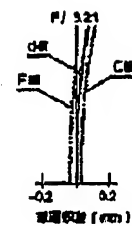
WIDE



実施例 1

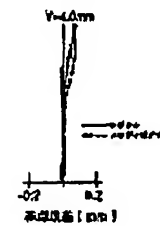


WIDE

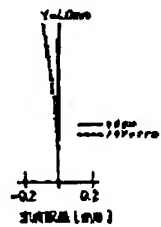
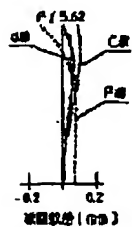


【図3】

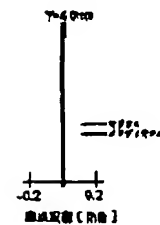
実施例 2



TELE



TELE



25-261

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-284177

(43)Date of publication of application : 13.10.2000

(51)Int.Cl.

G02B 15/20

G02B 13/18

(21)Application number : 11-090762

(71)Applicant : FUJI PHOTO OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 31.03.1999

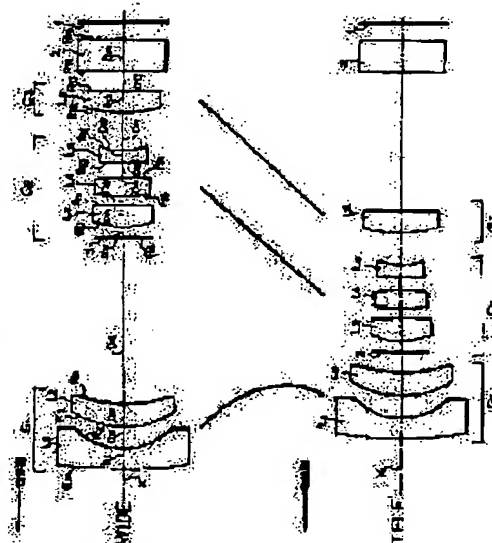
(72)Inventor : TANAKA TAKESHI

## (54) THREE-GROUP ZOOM LENS

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a three-group zoom lens with excellent various aberrations which is focused faster and small-sized and displays high resolving power by making a zoom lens of three-group constitution satisfy specific conditional inequalities.

**SOLUTION:** This zoom lens is composed of a 1st lens group G1 with negative refracting power, a 2nd lens group G2 with positive refracting power, and a 3rd lens group G3 with positive refracting power in this order from the object side. For zooming, the 1st lens group G1 and 2nd lens group G2 are made movable and for focusing from an infinite distance to a short distance, the 3rd lens group G3 is moved to the object side. Here, the lens meets  $0.3 < f_W / f_1 < 0.6$ ,  $1.1 < f_T / f_1 < 1.6$ ,  $0.5 < f_2 / f_3 < 1.2$ , and  $0.15 < D_{2W} / f_3 < 0.25$ . Here,  $f_1$  is the focal length of an i-th lens group,  $f_W$  and  $f_T$  are the focal lengths of the whole system at the wide-angle end and telephoto end, and  $D_{2W}$  is the gap from the 2nd lens group G2 to the 3rd lens group G3 at the wide-angle end in focusing at infinity.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.11.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]